

⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 197 07 253 A 1

⑤① Int. Cl.⁸:
H 05 K 3/46
H 05 K 1/02
// H 05 K 1/03, 1/09

⑳ Aktenzeichen: 197 07 253.4
㉔ Anmeldetag: 24. 2. 97
㉕ Offenlegungstag: 18. 9. 97

DE 197 07 253 A 1

③① Unionspriorität:

8-52759 11.03.96 JP

㉑ Anmelder:

Sumitomo Metal (SMI) Electronics Devices Inc.,
Mine, Yamaguchi, JP

㉒ Vertreter:

Zumstein & Klingseisen, 80331 München

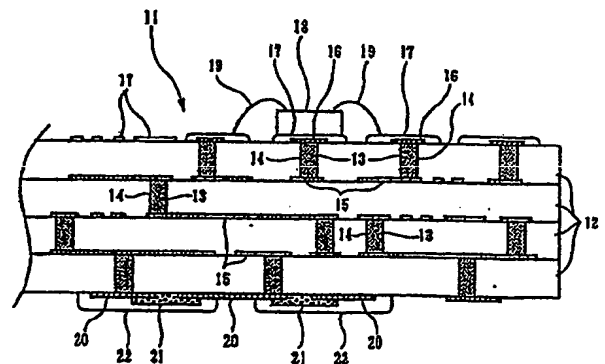
㉓ Erfinder:

Kawakami, Katsuya, Toyoake, Aichi, JP; Fukuta,
Junzo, Nagoya, Aichi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschaltungssubstrat mit verbesserter Beständigkeit der Ag-Au-Verbindung

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschaltungssubstrat, aufweisend mehrere laminierte bzw. geschichtete Isolierschichten, die jeweils aus einer bei niedriger Temperatur gebrannten Keramik gebildet sind, die bei einer Temperatur im Bereich zwischen 800 und 1000°C gebrannt ist, einem Innenschichtverdrahtungsleiter, der aus einem leitenden Material vom Ag-Typ gebildet ist, das hauptsächlich aus Ag besteht, wobei der Innenschichtverdrahtungsleiter in der Innenisolierschicht angeordnet ist, einem Oberflächenschichtverdrahtungsleiter, der aus einem leitenden Material vom Au-Typ gebildet ist, das hauptsächlich aus Au besteht, wobei der Oberflächenschichtverdrahtungsleiter auf der Oberflächenisolierschicht angeordnet ist, und eine Metallzwischenschicht (16), die aus einer Dickfilmpaste aus einem leitenden Material vom Au/Ag-Typ gebildet ist, das hauptsächlich aus Au/Ag besteht, wobei die Metallzwischenschicht (16) zwischen dem Innenschichtverdrahtungsleiter (15) und dem Oberflächenschichtverdrahtungsleiter (17) angeordnet ist.



DE 197 07 253 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 97 702 038/642

10/23

Beschreibung

Diese Erfindung betrifft ein bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschtungssubstrat, bei welchem ein Leiter vom Ag-Typ (nachfolgend "Ag-Leiter" genannt) als in Innenschichten des Substrats angeordnete Verdrahtungsleiter verwendet wird. Der Ag-Leiter schließt Ag/Pd-, Ag/Pt- und Ag/Pd/Pt-Leiter ebenso wie den Ag-Leiter ein.

Ein Verdrahtungsleiter vom Ag-Typ (auf den nachfolgend als "Ag-Verdrahtungsleiter" bezug genommen wird) hat gute elektrische Eigenschaften, wie etwa einen niedrigen Leitungswiderstand. Da der Ag-Verdrahtungsleiter jedoch einen Schmelzpunkt niedriger als eine Brenntemperatur (etwa 1.600°C) von üblichen Keramikschtungsstraten, wie etwa einem Aluminiumoxidschstrat hat, kann der Ag-Verdrahtungsleiter nicht für das Aluminiumoxidschstrat verwendet werden. Wolfram (W) oder Molybdän (Mo), die jeweils einen höheren Schmelzpunkt haben, sind als Verdrahtungsleiter für das Aluminiumoxidschstrat verwendet worden. Diese Metalle mit hohen Schmelzpunkten haben jedoch hohe Leitungswiderstände und müssen bei hohen Temperaturen in reduzierender Atmosphäre gebrannt werden, um eine Oxidation zu verhindern.

Um die vorstehend erläuterten Nachteile zu überwinden offenbart die US-A-4 621 066 ein bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschtungsstrat, das in oxidierender Atmosphäre bei einer Temperatur zwischen 800 und 1.000°C gebrannt werden kann, d. h. am Schmelzpunkt des Ag-Verdrahtungsleiters oder darunter. Der Ag-Verdrahtungsleiter wird zusammen mit dem bei niedriger Temperatur gebrannten Keramikschtungsstrat gebrannt. Der Ag-Verdrahtungsleiter verursacht unter speziellen Bedingungen eine Migration bzw. Wanderung, während Elektrodenabschnitte und dergleichen auf der Oberfläche des Substrats eine Migrationsfestigkeit erfordern. Deshalb muß eine Dünnschicht aus einem Au-Typ-Leiter, der bezüglich der Migrationsfestigkeit überlegen ist, auf dem Ag-Leiter der Elektrodenabschnitte gebildet werden, welche Au-Typ-Leiter in der nachfolgenden gesamten Beschreibung als "Au-Leiter" bezeichnet ist. Wenn der Ag-Leiter gebrannt wird, während der Au-Leiter direkt mit diesem verbunden ist, veranlaßt der Kirkendall-Effekt die Ag-Atome dazu, in den Au-Leiter zu diffundieren, was dazu führt, daß eine Anzahl von Hohlräumen in den Grenzflächen gebildet wird. Infolge davon ist die Beständigkeit bzw. Betriebssicherheit der Verbindung zwischen den Ag- und Au-Leitern verringert.

Um das vorstehend erläuterte Problem zu überwinden, offenbart die europäische Patentschrift 0 247 617 eine Zwischenschicht aus Metall, wie beispielsweise Ni, Cr oder Ti. Die Metallzwischenschicht wird zwischen den Ag- und Au-Leitern durch autokatalytisches Platieren gebildet, um eine Diffusion der Ag-Atome in den Au-Leiter zu verhindern, so daß die Beständigkeit der Verbindung zwischen den Ag- und Au-Leitern erhöht ist.

Widerstände vom RuO₂-Typ, ein Glasüberzug, Oberflächenschichtverdrahtungsleiter vom Ag-Typ usw. werden an der Oberflächenschicht des Substrats angebracht, nachdem der Au-Leiter, der auf die Metallzwischenschicht gedruckt ist, gebrannt wurde. Zu diesem Zweck werden das Drucken und Brennen mitunter abwechselnd wiederholt. Das wiederholte Brennen expandiert jedoch mitunter die Metallzwischenschicht des herkömmlichen Substrats, was zu einem Zerbrechen oder einem Unterbrechen der Verbindung zwischen den Ag- und Au-Leitern führt, welche Verbindung vorliegend als "Ag-Au-Verbindung" bezeichnet wird. Das herkömmliche, bei niedriger Temperatur gebrannte Keramikschtungsstrat hat damit eine mangelhafte Beständigkeit der Ag-Au-Verbindung in bezug auf ein wiederholtes Brennen. Das Eindringen von Platingierungsflüssigkeit in den Innenschicht-Ag-Leiter stellt eine Ursache für eine Expansion der Metallzwischenschicht dar.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, ein bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschtungsschstrat zu schaffen, das eine verbesserte Beständigkeit der Ag-Au-Verbindung gegenüber wiederholtem Brennen aufweist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Demnach schafft die vorliegende Erfindung ein bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschtungsschstrat, aufweisend mehrere laminierte bzw. geschichtete Isolierschichten, die jeweils aus einer bei niedriger Temperatur gebrannter Keramik gebildet sind, die bei einer Temperatur im Bereich zwischen 800 und 1.000°C gebrannt ist, einem Innenschichtverdrahtungsleiter, der aus einem leitenden Material vom Ag-Typ gebildet ist, das hauptsächlich aus Ag besteht, wobei der Innenschichtverdrahtungsleiter in der Innenisolierschicht angeordnet ist, und einem Oberflächenschichtverdrahtungsleiter, der aus einem leitenden Material vom Au-Typ gebildet ist, das hauptsächlich aus Au besteht, wobei der Oberflächenschichtverdrahtungsleiter auf der Oberflächenisolierschicht angeordnet ist, gekennzeichnet durch eine Metallzwischenschicht, die aus einer Dickfilmpaste aus einem leitenden Material vom Au/Ag-Typ gebildet ist, das hauptsächlich aus Au/Ag besteht, wobei die Metallzwischenschicht zwischen dem Innenschichtverdrahtungsleiter und dem Oberflächenschichtverdrahtungsleiter angeordnet ist, wodurch die Ag- und Au-Leiter beide miteinander verbunden werden.

Das leitende Ag-Material besteht bevorzugt aus Ag, Ag/Pd, Ag/Pt oder Ag/Pd/Pt. Das leitende Au-Material besteht bevorzugt aus Au, Au/Pt oder Au/Pd. Das leitende Au/Ag-Material enthält bevorzugt 10 bis 80 Gew.% Au und 90 bis 10 Gew.% Ag.

In Übereinstimmung mit dem vorstehend erläuterten, bei niedriger Temperatur gebrannten Keramikschtungsschstrat ist die Metallzwischenschicht aus einer Dickfilmpaste vom Au/Ag-Typ gebildet. Die Metallzwischenschicht verhindert ein Eindringen von Platingierungsflüssigkeit in den Ag-Innenschichtverdrahtungsleiter, welches Eindringen eine der Ursachen für die Expansion bzw. Ausdehnung der Metallzwischenschicht darstellt. Ein wiederholtes Brennen führt deshalb nicht zu einem Zerbrechen oder Unterbrechen der Ag-Au-Verbindung. Da infolge davon eine Aufhebung oder Zerstörung der Ag-Au-Verbindung bei wiederholtem Brennen zumindest weitgehend verringert wird im Vergleich zum Stand der Technik kann die Beständigkeit der Ag-Au-Verbindung gegenüber wiederholtem Brennen verbessert werden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnung bei spielhaft näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 einen vergrößerten Längsschnitt des bei niedriger Temperatur gebrannten Keramikschaltungssubstrats gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und

Fig. 2 ein Flußdiagramm eines gewöhnlichen Vorgangs zur Herstellung des bei niedriger Temperatur gebrannten Keramikschaltungssubstrats.

Aus Fig. 1 geht der Aufbau einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen, bei niedriger Temperatur gebrannten Keramikschaltungssubstrats hervor. Das Keramikschaltungssubstrat 11 wird als mehrschichtiges Substrat durch Laminieren mehrerer bei niedriger Temperatur brennbarer Rohschichten 12 (Isolierschichten) laminiert, die jeweils, wie nachfolgend angeführt, aufgebaut sind, woraufhin das Laminat in ein integriertes Schaltungssubstrat gebrannt wird. Jede Isolierschicht 12 weist Durchgangslöcher 13 auf, die an vorbestimmten Stellen der Schicht durch Stanzen gebildet sind. Die Durchgangslöcher 13 werden mit Leiterpaste vom Ag-Typ oder mit einem Durchgang 14 so gefüllt, daß die Schichten 12 elektrisch miteinander verbunden sind. Ein Muster 15 aus einem Innenschichtverdrahtungsleiter, der aus derselben Ag-Leiterpaste gebildet ist wie der Durchgang 14, wird durch Siebdrucken auf der Oberfläche von jeder Isolierschicht 12 mit Ausnahme der Oberflächenschicht vorgesehen. Die Ag-Leiterdurchgänge 14 und die Verdrahtungsmuster 15 werden mit dem Laminat aus den Rohschichten 12 gemeinsam gebrannt. Der Ag-Leiter weist Leiter auf, die hauptsächlich aus Ag bestehen, wie beispielsweise Ag/Pd, Ag/Pt und Ag/Pd/Pt ebenso wie aus Ag.

Metallzwischen-schichten 16 vom Au/Ag-Typ, die, wie nachfolgend erläutert, aufgebaut sind, werden auf die Durchgänge 14 gedruckt, die auf der Oberfläche des Keramikschaltungssubstrats 11 freiliegen, und daraufhin werden die Au/Ag-Metallzwischen-schichten 16 gebrannt. Muster 17 aus Au-Oberflächenschichtverdrahtungsleitern werden auf die Metallzwischen-schichten 16 gedruckt und daraufhin gebrannt. Der Au-Verdrahtungsleiter weist Leiter auf, die hauptsächlich aus Au bestehen, wie etwa Au/Pt und Au/Pd und auch aus Au. Ein Halbleiterchip 18 wird auf einen der Au-Verdrahtungsleiter 17 prägegebondet. Elektroden auf der Oberseite des Halbleiterchips 18 werden durch Verbindungsdrähte 19, wie etwa Au-Drähte mit den anderen Au-Verdrahtungsleitern 17 verbunden.

Muster 20 aus Au-Oberflächenschichtverdrahtungsleitern werden auf die Rückseite des Keramiksubstrats 11 gedruckt und daraufhin gebrannt. Paste vom RuO_2 -Typ wird außerdem auf die Ag-Oberflächenschichtverdrahtungsleiter 20 gedruckt und daraufhin gebrannt, um in Oberflächenschichtwiderstände 21 gebildet zu werden. Glasüberzugsschichten 22 werden daraufhin auf die Oberflächenschichtwiderstände 21 gedruckt und daraufhin gebrannt.

Unter bezug auf Fig. 2 wird eine Brennabfolge erläutert. Zunächst werden die Ag-Innenschichtverdrahtungsleiter 14 und 15 und die Metallzwischen-schichten 16 gleichzeitig mit dem Laminat aus Rohschichten 12 zusammen gebrannt. Daraufhin werden die Au-Oberflächenschichtverdrahtungsleiter 17 gedruckt und gebrannt (erstes wiederholtes Brennen). Daraufhin werden die Ag-Oberflächenschichtverdrahtungsleiter 20 gedruckt und gebrannt (zweites wiederholtes Brennen). Daraufhin werden die Oberflächenschichtwiderstände 21 gedruckt und gebrannt (drittes wiederholtes Brennen). Schließlich werden die Glasüberzugsschichten 22 gedruckt und gebrannt (viertes wiederholtes Brennen). Das Brennen kann fünfmal oder häufiger wiederholt werden, wenn ein Substrat eine komplizierte Oberflächenverdrahtungsstruktur aufweist.

Die Herstellung des bei niedriger Temperatur gebrannten Keramikschaltungssubstrats wird nunmehr erläutert. Beim Herstellen eines Materials für die bei niedriger Temperatur gebrannte Keramik wird ein Gemisch, das 10 bis 55 Gew.% CaO , 45 bis 70 Gew.% SiO_2 , 0 bis 30 Gew.% Al_2O_3 und 5 bis 20 Gew.% B_2O_3 enthält, bei 1.450°C geschmolzen, um verglast zu werden. Daraufhin wird das verglaste Gemisch in Wasser schnell abgeschreckt und in $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ -Glaspulver mit einem mittleren Korndurchmesser von 3 bis $3,5\text{ }\mu\text{m}$ pulverisiert. Keramikisolatorgemischpulver wird durch Mischen von 50 bis 65 Gew.% Glaspulver und 50 bis 35 Gew.% Aluminiumoxidpulver mit einem mittleren Korndurchmesser von 1,0 bis $2,0\text{ }\mu\text{m}$ hergestellt. Lösungsmittel, wie beispielsweise Toluol oder Xylol, ein Bindemittel wie beispielsweise Acrylharz und ein Plastifizierer, wie beispielsweise Dioctylphosphat (DOP) werden dem gemischten Pulver zugesetzt. Das Gemisch wird ausreichend vermischt, um eine Aufschlemmung mit einer Viskosität von 2.000 bis 40.000 Centipoise zu erhalten. Die Aufschlemmung wird durch einen Abstreifklingenprozeß in eine Rohlagenschicht 12 überführt, die eine Dicke im Bereich von 0,1 bis 0,4 mm hat. Daraufhin wird die Rohschicht 12 durch eine Stanzmatritze oder eine Stanzmaschine in eine vorbestimmte Konfiguration geschnitten. Die Durchgangslöcher 13 mit jeweils einem Durchmesser von 0,3 mm werden durch vorbestimmte Stellen der Schicht 12 mittels Stanzen gebildet. Jedes Durchgangsloch 13 wird mit einer Ag-Leiterpaste gefüllt, die als Innenschichtverdrahtungsleiter 14 dient. Die Verdrahtungsmuster 15 werden aus derselben Ag-Leiterpaste auf der Oberfläche der Rohschicht 12 mittels Siebdruck gebildet. In derselben Weise wie vorstehend erläutert, werden die Muster aus den Ag-Innenschichtverdrahtungsleitern 14 und 15 nacheinander auf mehrere Rohschichten 12 gedruckt.

Daraufhin wird eine Dickfilmpaste aus einem Au/Ag-Leiter auf den freiliegenden Abschnitt von jedem Durchgang 14 auf der Oberfläche der Rohschicht 12 siebgedruckt, die die Oberflächenschicht des Keramiksubstrats 11 bildet, wodurch die Metallzwischen-schichten 16 gebildet werden. Die Au/Ag-Paste wird durch Mischen von Au/Ag-Pulver, das aus 10 bis 80 Gew.% Au und 90 bis 20 Gew.% Ag besteht, mit einem Bindemittel wie etwa Äthylcellulose und einem Lösungsmittel, wie beispielsweise Terpinol hergestellt. Das Au/Ag-Pulver kann ein Legierungspulver aus Au und Ag oder ein gemischtes Pulver aus Au-Pulver und Ag-Pulver sein.

Die mehreren Rohschichten 12, welche die siebgedruckten Ag-Innenschichtverdrahtungsleiter 14 und 15 und die Metallzwischen-schichten 16 aufweisen, werden übereinander laminiert und daraufhin mittels Thermodruck-bondieren bei einer Temperatur von 80 bis 150°C unter einem Druck von 50 bis 250 kg/cm^2 integriert bzw. vereinigt. Daraufhin wird das Laminat bzw. wird der Schichtstoff in oxidierender Atmosphäre (oder Luft) bei einer Temperatur von 800 bis 1.000°C (bevorzugt) 900°C für 20 Minuten mit einem üblichen kontinuierlichen riemenangetriebenen Elektroofen gebrannt.

Daraufhin wird Au-Leiterpaste, bestehend aus 100 Gew.% Au auf die Oberflächenschicht des gebrannten

Substrats siebgedruckt, um in Au-Oberflächenschichtverdrahtungsleiter 17 gebildet zu werden. Das Substrat wird daraufhin in der Luft bei 850°C für 10 Minuten mit dem üblichen kontinuierlich riemenangetriebenen Elektroofen gebrannt (erstes wiederholtes Brennen). Daraufhin wird eine Ag-Leiterpaste, wie etwa eine Ag/Pd-Paste auf die Rückseitenschicht siebgedruckt, um in Oberflächenschichtverdrahtungsleiter 20 gebildet zu werden. Das Substrat wird daraufhin in derselben Weise wie vorstehend erläutert, gebrannt (zweites wiederholtes Brennen). Eine RuO₂-Paste wird auf die Oberflächenschichtverdrahtungsleiter 20 siebgedruckt, um in die Oberflächenwiderstände 21 gebildet zu werden. Das Substrat wird daraufhin in derselben Weise, wie vorstehend erläutert, gebrannt (drittes wiederholtes Brennen). Schließlich werden die Glasüberzugschichten 22 auf den Oberflächenwiderständen 21 durch Siebdrucken gebildet. Das Substrat wird daraufhin in derselben Weise, wie vorstehend erläutert, gebrannt (viertes wiederholtes Brennen).

Um die Beständigkeit der Verbindungen zwischen den Ag-Verdrahtungsleitern oder -durchlässen 14 und den Au-Oberflächenschichtverdrahtungsleitern 17 des bei niedriger Temperatur gebrannten Keramikschaltungssubstrats, das wie vorstehend hergestellt wurde, zu ermitteln, wurde eine Experiment ausgeführt. Auf jede Verbindung wird vorliegend als "Ag-Au-Verbindung" bezug genommen. Tabelle 1A zeigt die Zusammensetzung der Probensubstrate, die jeweils mit den Ag-Au-Verbindungen gebildet sind. Die Probensubstrate wurden in oxidierender Atmosphäre bei 850°C für 10 Minuten mit dem üblichen kontinuierlich riemenangetriebenen Elektroofen zur Ermittlung der Anzahl von während des wiederholten Brennens zerbrochenen Durchgangslöchern wiederholt gebrannt. Tabelle 1B zeigt die Ermittlungsergebnisse.

Tabelle 1A

Proben Nr.	Typ der Keramikzu- sammenset- zung	Au-Oberflächen- schichtverdrah- tungsleiter (Gew.%)	Ag-Innenschicht- verdrahtungs- leiter (Gew.%)	Metallzwischen- schicht (Gew.%)	
1	A	Au (100)	Ag (100)	Au/Ag (80/20)	5
2	A	Au (100)	Ag (100)	Au/Ag (30/70)	10
3	A	Au/Pt (95/5)	Ag/Pt (99/1)	Au/Ag (10/90)	15
4	B	Au (100)	Ag (100)	Au/Ag (10/90)	20
5	B	Au (100)	Ag (100)	Au/Ag 50/50	25
6	B	Au (100)	Ag (100)	Au/Ag (80/20)	30
7	C	Au (100)	Ag/Pt (99/1)	Au/Ag (10/90)	35
8	C	Au (100)	Ag (100)	Au/Ag 80/20	40
9	A	Au (100)	Ag (100)	Au/Ag 5/95	45
10	B	Au (100)	Ag (100)	Au/Ag (90/10)	50
11	C	Au (100)	Ag/Pt (99/1)	Au/Ag 90/10	55
12	A	Au/Pt (95/5)	Ag/Pd (90/10)	Ag/Pt (99/1)	60
13	B	Au (100)	Ag (100)	Ni-Platierung (Ni 100)	65

Tabelle 1B

5 Proben Nr.	Anzahl von aufgrund von wiederholtem Brennen zerbrochenen Durchgangslöchern (Anzahl von zerbrochenen Löchern /Anzahl sämtlicher Löcher)			Erweiterung der Löcher
	Erstes	Drittes	Siebtes	
10 1	0/10.000	0/10.000	0/10.000	Nein
2	0/10.000	0/10.000	0/10.000	Nein
15 3	0/10.000	0/10.000	0/10.000	Nein
4	0/10.000	0/10.000	0/10.000	Nein
5	0/10.000	0/10.000	0/10.000	Nein
20 6	0/10.000	0/10.000	0/10.000	Nein
7	0/10.000	0/10.000	0/10.000	Nein
8	0/10.000	0/10.000	0/10.000	Nein
25 9	0/10.000	0/10.000	18/10.000	Nein
10	5/10.000	10/10.000	39/10.000	Nein
11	9/10.000	15/10.000	47/10.000	Nein
30 12	10/10.000	15/10.000	56/10.000	Nein
13	0/10.000	22/10.000	68/10.000	Ja

35

Die Probensubstrate wurden in drei Typen unterteilt, d. h. in die Typen A, B und C abhängig von der Keramikzusammensetzung. Jeder Typ der Probensubstrate ist eine bei niedriger Temperatur gebrannte Keramik, die bei 1.000°C oder darunter brennbar ist. Die Keramik vom Typ A ist ein Gemisch aus 60 Gew.% CaO—Al₂O₃—SiO₂—B₂O₃-Glas mit 40 Gew.% Aluminiumoxid. Die Keramik vom Typ B ist ein Gemisch aus 50 Gew.% kommerziell erhältlichem Aluminiumoxid-Blei-Borosilikatglas (PbO—Al₂O₃—SiO₂—B₂O₃) mit 50 Gew.% Aluminiumoxid. Die Keramik vom Typ C ist ein Gemisch aus 60 Gew.% CaO—Al₂O₃—SiO₂—B₂O₃—MGO-Glas mit 40 Gew.% Aluminiumoxid.

40

Der Au-Oberflächenschichtverdrahtungsleiter jedes Probensubstrats besteht aus 100 Gew.% Au mit Ausnahme der Proben Nrn. 3 und 12. Der Au-Oberflächenschichtverdrahtungsleiter der Proben Nrn. 3 und 12 besteht jeweils aus 95 Gew.% Au und 5 Gew.% Pt.

45

Der Au-Innenschichtverdrahtungsleiter von jedem Probensubstrat Nrn. 1, 2, 4 bis 6, 8 bis 10 und 13 besteht aus 100 Gew.% Ag. Der Ag-Innenschichtverdrahtungsleiter von jedem Probensubstrat Nrn. 3, 7 und 11 besteht aus 99 Gew.% Ag und 1 Gew.% Pt. Der Ag-Innenschichtverdrahtungsleiter des Probensubstrats Nr. 12 besteht aus 90 Gew.% Ag und 10 Gew.% Pd.

50

Die Metallzwischenschicht von jedem Probensubstrat Nrn. 1 bis 10 besteht aus Au/Ag. Die Metallzwischenschichten des Probensubstrats Nrn. 11 und 12 besteht aus Ag/Pd bzw. Ag/Pt. Das Probensubstrat Nr. 13 enthält eine Metallzwischenschicht, die aus einer Nickel (Ni)-Platierung besteht und den Stand der Technik darstellt, wie er in der japanischen Patentschrift Nr. 5 (1993)-69319 offenbart ist.

55

Die vorstehend erläuterten Probensubstrate wurde wiederholt gebrannt. Im Hinblick auf die Proben Nrn. 1 bis 8 wurde keine Erweiterung festgestellt, und keines der 10.000 Durchgangslöcher war selbst nach einem siebenmal wiederholten Brennen zerbrochen. Dies bestätigte, daß die Metallzwischenschicht (Au/Ag-Schicht) die Beständigkeit der Ag-Au-Verbindung gegenüber einem wiederholten Brennen stark verbesserte. Ein Gemisch aus 10 bis 80 Gew.% Au und 90 bis 20 Gew.% Ag war erforderlich, um die vorstehend erläuterte hohe Beständigkeit der Ag-Au-Verbindung zu erhalten.

60

Im Hinblick auf das Probensubstrat Nr. 9 enthielt die Metallzwischenschicht 5 Gew.% Au, obwohl sie aus Au/Ag bestand. Demnach war der Effekt der Probe Nr. 9 hinsichtlich der Verbindung durch die Metallzwischenschicht geringer als bei den Proben Nrn. 1 bis 8. Selbst in der Probe Nr. 9 wurde jedoch keine Erweiterung gefunden, und keines der Durchgangslöcher war zerbrochen, wenn das Brennen dreimal wiederholt wurde. Das Probensubstrat Nr. 9 zeigte deshalb eine verbesserte Beständigkeit der Ag-Au-Verbindung gegenüber einem wiederholten Verbrennen im Vergleich zum Stand der Technik (Probe Nr. 13).

65

Die Metallzwischenschicht des Probensubstrats Nr. 10 enthielt 90 Gew.% Au, obwohl sie aus Au/Ag besteht. Da die Probe 10 einen übermäßigen Anteil Au enthält, war der Verbindungseffekt durch die Metallzwischen-

schicht gelockert. Selbst das erste wiederholte Brennen führte zu einem Zerbrechen von fünf Durchgangslöchern mit dem Ergebnis einer geringfügigen Störung der Verbindung. Selbst im Beispiel Nr. 10 war jedoch die Anzahl an zerbrochenen Löchern kleiner als beim Stand der Technik (Probe Nr. 13), wenn das Brennen dreimal oder häufiger wiederholt wurde. Der Verbindungseffekt durch die Metallzwischenschicht aus Au/Ag wurde selbst in der Probe Nr. 10 bestätigt.

Die Metallzwischenschichten der Probensubstrat Nrn. 11 und 12 enthielten Ag/Pd bzw. Ag/Pt. Der Verbindungseffekt durch die Metallzwischenschicht war in jeder dieser Proben gering. Das erste wiederholte Brennen führte demnach dazu, daß in der Probe 11 neun und in der Probe 12 zehn Durchgangslöcher zerbrachen, was zu einer Störung der Verbindung führt.

Die den Stand der Technik darstellende Probe Nr. 13 enthielt die Metallzwischenschicht, bestehend aus der Nickelplattierung. Beim ersten wiederholten Brennen zerbrach keines der 10.000 Durchgangslöcher. Sobald die Anzahl an wiederholtem Brennen erhöht wurde, stieg jedoch die Anzahl an zerbrochenen Durchgangslöchern zunehmend an und die Beständigkeit der Ag-Au-Verbindung gegenüber wiederholtem Brennen war verringert.

Fig. 1 zeigt das bei niedriger Temperatur gebrannte Keramikschaltungssubstrat, dessen Au-Oberflächenschichtverdrahtungsleiter 17 lediglich auf der Oberfläche des Substrats gebildet war, wobei die Au/Ag-Metallzwischenschichten 16 dazwischen angeordnet sind. Derartige Au-Oberflächenschichtverdrahtungsleiter können sowohl auf der Vorderseite wie der Rückseite des Substrats mit dazwischen angeordneten Metallzwischenschichten gebildet sein.

Die Metallzwischenschichten 16 werden zusammen mit dem Laminat aus den Ag-Innenschichtverdrahtungsleitern 15 und den Rohschichten 12 gemäß der vorstehend angeführten Ausführungsform gebrannt. Die Metallzwischenschichten 16 können aufgedruckt und gebrannt werden, nachdem das Laminat aus den Ag-Innenschichtverdrahtungsleitern 15 und den Rohschichten 12 zusammengebrannt worden sind.

Der Au/Ag-Leiter, der jede Metallzwischenschicht 16 bildet, kann eine kleine Menge an Leitern enthalten, die sich von Au und Ag unterscheiden. Außerdem kann die Anzahl an Rohschichten (Isolierschichten) 12, aus denen das Laminat besteht, geändert sein.

Die vorstehend angeführte Beschreibung und die Zeichnungen dienen lediglich zur Illustration der Prinzipien der vorliegenden Erfindung, ohne diese in irgendeiner Weise zu beschränken. Unterschiedliche Änderungen und Modifikationen erschließen sich dem Fachmann ohne weiteres als im Umfang der Erfindung liegend, die durch die beiliegenden Ansprüche festgelegt ist.

Patentansprüche

1. Bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschaltungssubstrat, aufweisend mehrere laminierte bzw. geschichtete Isolierschichten, die jeweils aus einer bei niedriger Temperatur gebrannter Keramik gebildet sind, die bei einer Temperatur im Bereich zwischen 800 und 1.000°C gebrannt ist, einem Innenschichtverdrahtungsleiter, der aus einem leitenden Material vom Ag-Typ gebildet ist, das hauptsächlich aus Ag besteht, wobei der Innenschichtverdrahtungsleiter in der Innenisolierschicht angeordnet ist, und einem Oberflächenschichtverdrahtungsleiter, der aus einem leitenden Material vom Au-Typ gebildet ist, das hauptsächlich aus Au besteht, wobei der Oberflächenschichtverdrahtungsleiter auf der Oberflächenisolierschicht angeordnet ist, gekennzeichnet durch eine Metallzwischenschicht (16), die aus einer Dickfilmpaste aus einem leitenden Material vom Au/Ag-Typ gebildet ist, das hauptsächlich aus Au/Ag besteht, wobei die Metallzwischenschicht (16) zwischen dem Innenschichtverdrahtungsleiter (15) und dem Oberflächenschichtverdrahtungsleiter (17) angeordnet ist.
2. Bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschaltungssubstrat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das leitende Au/Ag-Material 10 bis 80 Gew.% Au und 90 bis 20 Gew.% Ag enthält.
3. Bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschaltungssubstrat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das leitende Ag-Material aus Ag, Ag/Pd, Ag/Pt oder Ag/Pd/Pt besteht.
4. Bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschaltungssubstrat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das leitende Au-Material aus Au, Au/Pt oder Au/Pd besteht.
5. Bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschaltungssubstrat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die bei niedriger Temperatur gebrannte Keramik im wesentlichen aus einem Gemisch aus Glaspulver vom $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ -Typ mit Aluminiumoxidpulver besteht.
6. Bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschaltungssubstrat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mehreren Isolierschichten (12), der Innenschichtverdrahtungsleiter (15) und die Metallzwischenschicht (16) gleichzeitig gebrannt sind, woraufhin der Oberflächenschichtverdrahtungsleiter (17) auf die zu brennende Metallzwischenschicht (16) gedruckt ist.
7. Bei niedriger Temperatur gebranntes Keramikschaltungssubstrat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mehreren Isolierschichten (12), der Innenschichtverdrahtungsleiter (15) und die Metallzwischenschicht (16) gleichzeitig gebrannt sind, wobei die Metallschicht (16) auf dem zu brennenden Innenschichtverdrahtungsleiter (15) gedruckt ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

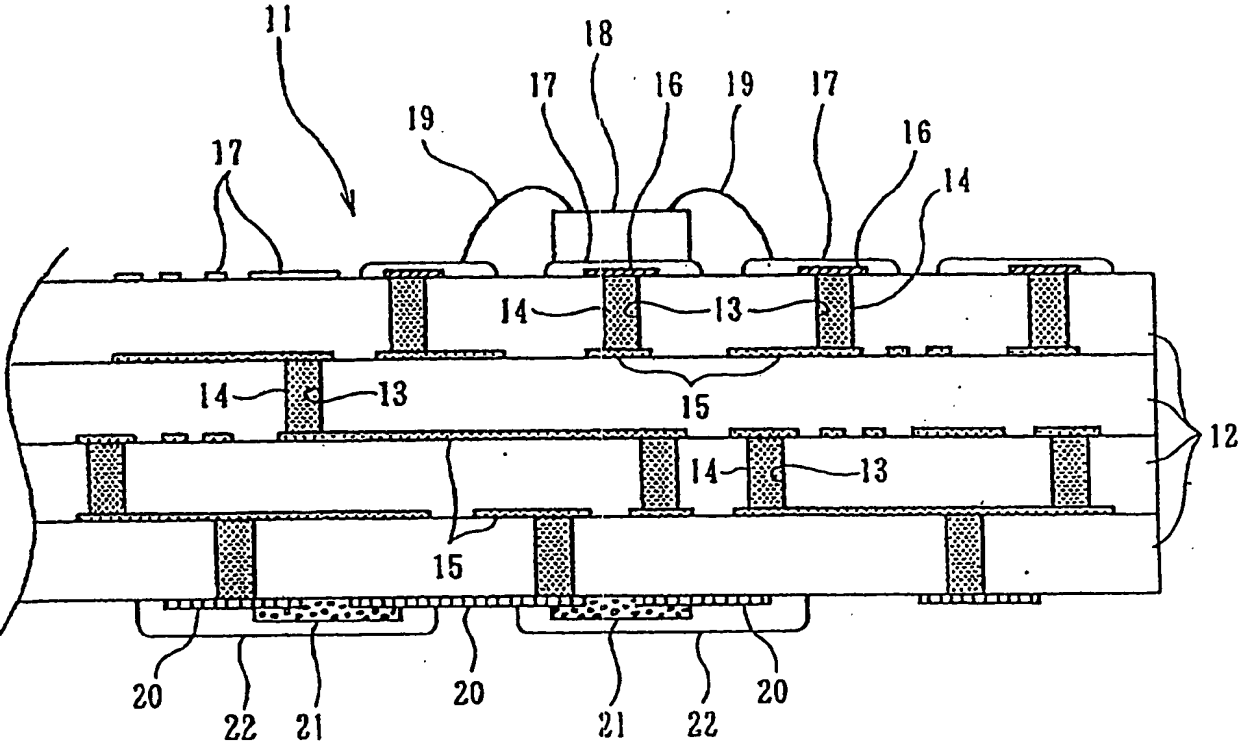


FIG. 1

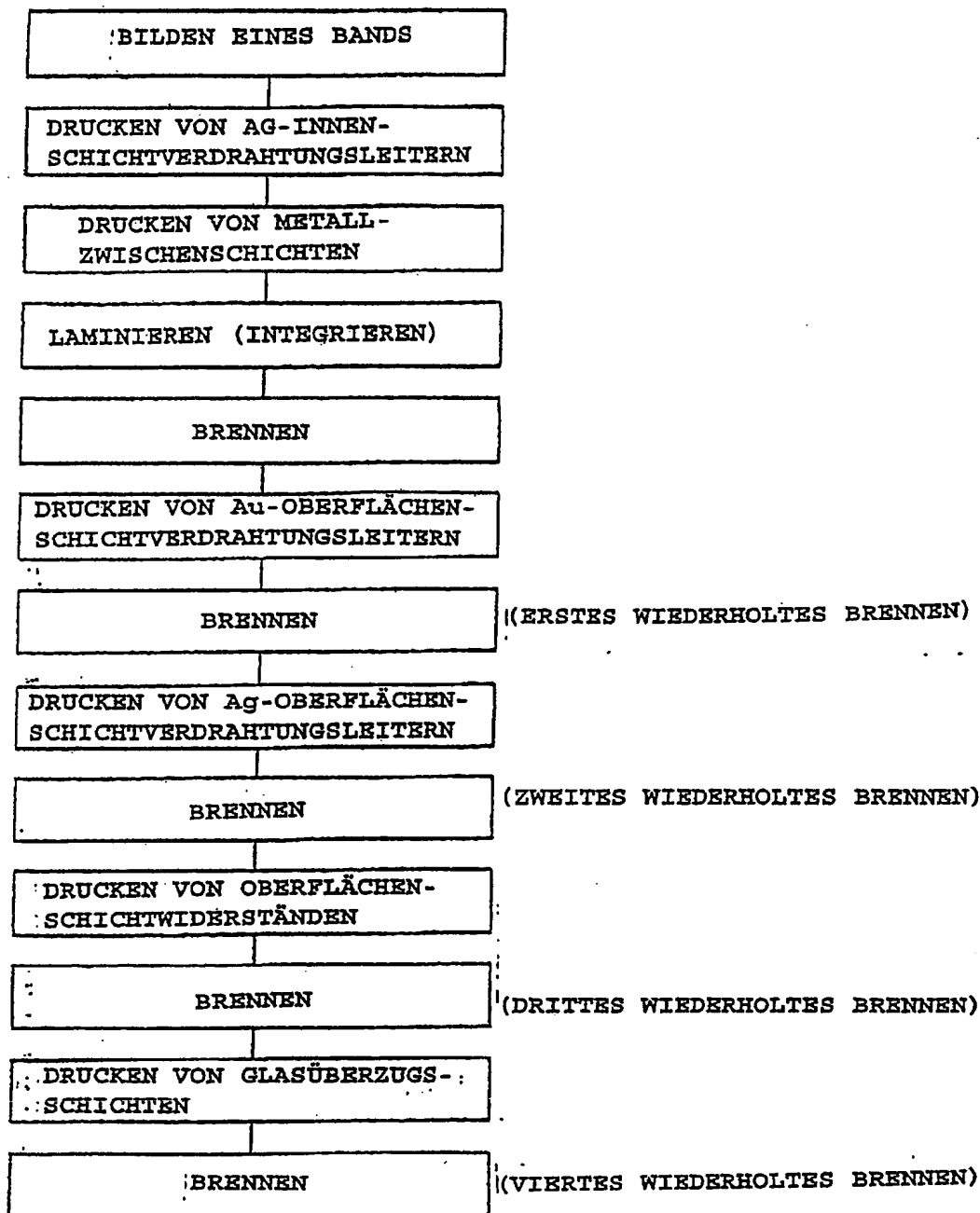


FIG. 2